

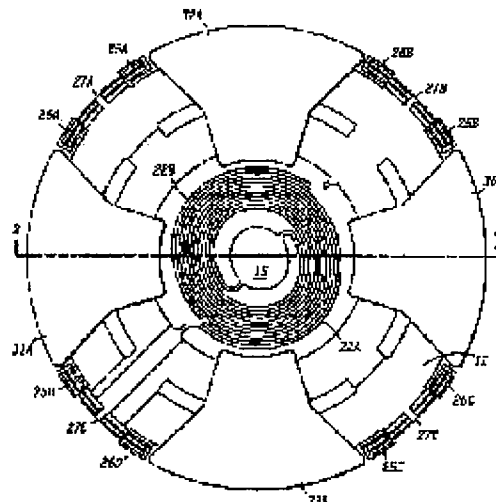
(11)Publication number : 05-248875
(43)Date of publication of application : 28.09.1993

G01C 19/56

(72)Inventor : DUNN WILLIAM C

Priority number : 91 810043 Priority date : 19.12.1991 Priority country : US

CONSTITUTION: A rotor 12 is secured to a central mounting post 15 through spiral springs 22A, 22B and performs oscillatory rotational motion about the post 15. The post 15 defines Z-axis while detection capacitors 30, 31, 32, 33 contiguous to the rotor defines X and Y axes. The rotor, spiral spring and post are made of polysilicon through a single semiconductor processing process.



[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.03.2003

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3469600

[Date of registration] 05.09.2003

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection] 2003-11537

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection] 20.06.2003

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51)Int.Cl.⁵
G 0 1 C 19/56識別記号 庁内整理番号
6964-2F

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-301709

(22)出願日 平成4年(1992)10月14日

(31)優先権主張番号 8 1 0 , 0 4 3

(32)優先日 1991年12月19日

(33)優先権主張国 米国(U S)

(71)出願人 390009597

モトローラ・インコーポレイテッド

MOTOROLA INCORPORAT
REDアメリカ合衆国イリノイ州シャンパーグ、
イースト・アルゴンクイン・ロード1303

(72)発明者 ウィリアム・シー・ダン

アメリカ合衆国アリゾナ州85213、メサ、
イースト・エンカント・ストリート 3206

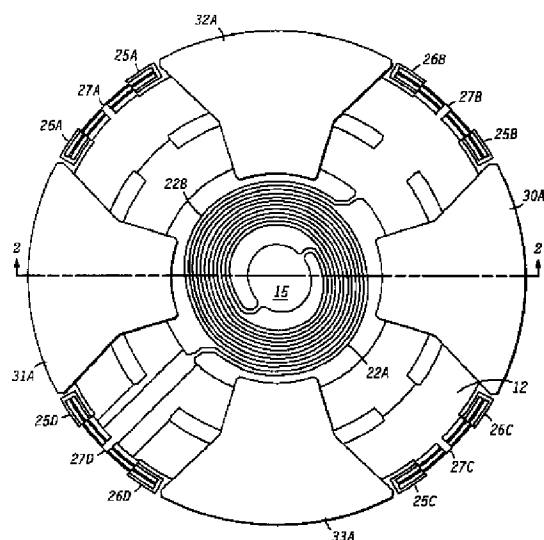
(74)代理人 弁理士 池内 義明

(54)【発明の名称】 回転振動ジャイロ스코ープおよびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 高感度、小型かつコスト効率のよい回転振動ジャイロ스코ープを提供する。

【構成】 ロータ(12)は中央装着ポスト(15)にらせん形スプリング(22A, 22B)によって固定されてポスト(15)の回りに揺動的回転運動を行う。ポスト(15)はZ軸を規定し、かつロータに隣接する検出容量(30, 31, 32, 33)はXおよびY軸を規定する。ロータ、らせん形スプリングおよびポストは単一の半導体処理工程において多結晶シリコンによって形成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転振動ジャイロスコープであって、ベース（20）に固定的に取付けられかつ第1の軸を規定する装着ポスト（15）、前記ポストに垂直な面に配置された質量部材（12）、一端において前記ポスト（15）に取付けられかつ多端において前記質量部材（12）に取付けられ、かつ前記質量部材（12）を前記ポスト（15）の回りに揺動的回転運動のために装着するばね（22A, 22B）、前記質量部材（12）に隣接して装着され前記質量部材を前記第1の軸の回りに揺動的回転運動させるための揺動的運動駆動装置（25, 26, 27）、そして前記質量部材に隣接して配置されかつ互いにかつ前記第1の軸に対して互いに垂直な第2および第3の軸を規定し、前記第2の軸の回りの前記ジャイロスコープの運動に応じて前記第3の軸の回りの前記質量部材（12）の運動を検出するための検出装置（30, 31, 32, 33）、を具備することを特徴とする回転振動ジャイロスコープ。

【請求項2】 回転振動ジャイロスコープであって、ほぼ平坦な面を有する基板（20）、前記基板（20）の前記平坦な面に固定的に取付けられ、前記基板（20）の前記平坦な面にほぼ垂直でありかつ第1の軸を規定する中央装着ポスト（15）、そこを貫通する中央開口を有しかつ前記ポスト（15）の回りに同軸的に前記基板（20）の前記平坦な面に平行な面内に配置された円板形状の質量部材（12）、一端において前記ポスト（15）に取付けられかつ他端において前記質量部材（12）に取付けられ、前記質量部材（12）を前記ポスト（15）の回りの揺動的回転運動のために装着するほぼらせん形のばね（22A, 22B）、前記質量部材（12）に隣接して装着され前記質量部材を前記第1の軸の回りに揺動的回転運動させるための揺動的運動駆動装置（25, 26, 27）、そして前記質量部材に隣接して配置されかつ互いにかつ前記第1の軸に対して互いに垂直な第2および第3の軸を規定し、前記第2の軸の回りの前記ジャイロスコープの運動に応じて前記第3の軸の回りの運動を検出するための検出容量（30, 31, 32, 33）、を具備することを特徴とする回転振動ジャイロスコープ。

【請求項3】 回転振動ジャイロスコープを製造する方法であって、ほぼ平坦な面を有する基板（20）を準備する段階、半導体材料の第1の層（30B, 31B, 32B, 33B）を優先的に形成して前記基板上に支持される検出プレートを提供する段階、半導体材料の第2の層を優先的に形成して中央装着ポスト（15）、前記第1の層から離れかつ前記第1の層に

平行な面に位置する質量部材（12）、および各々第1の端部が前記装着ポストに固定されかつ第2の端部が前記質量部材に固定されて前記装着ポストに関する前記質量部材の揺動的回転運動を可能にする複数のらせん形ばね（22A, 22B）を規定する段階、そして前記第2の層から離れてかつ前記第2の層と平行に半導体材料の第3の層（30A, 31A, 32A, 33A）を優先的に形成し検出プレートを提供する段階であって、前記第3の層は前記第1の層に対してほぼその上に横たわるように配置されるもの、を具備することを特徴とする回転振動ジャイロスコープの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は一般的には振動ジャイロスコープ装置に関し、かつより詳細には回転振動を取り入れたジャイロスコープに関する。

【0002】

【従来の技術】 過去においては、ジャイロスコープおよびジャイロスコープ的装置は比較的大きかつ高価な電磁氣的装置によって構成されていた。これらの電磁氣的装置は比較的高速の、連続的な回転運動のためにコイルおよび位置センサを導入していた。

【0003】 やがては、マイクロ機械的レートジャイロ（micromechanical rate gyro）が開発され、該ジャイロは半導体処理技術によって形成された構成要素を含んでいた。これらの装置は比較的小きかつ連続的な回転運動ではなく振動運動を利用しているが、比較的鈍感でありかつ製造するのにコストがかかる。

【0004】 一般に、マイクロ機械的レートジャイロは中央質量を備えて構成され、該中央質量はジャイロの大きさが非常に小さいため十分な質量を提供するために金のようないずれかの非常に重い材料を必要とする。該中央質量（central mass）は互いに直交する自在に動く軸を含むジンバル構造に装着され、前記質量およびジンバル構造は一般に共通の面に位置する。中央質量および内側装着ジンバルは第1の直交軸の回りに振動しかつ前記共通の面に垂直な軸の回りの回転運動は、コリオリ（Coriolis）またはジャイロスコープ効果により、前記直交軸の他のものの回りに振動運動を発生する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上に述べたマイクロ機械的レートジャイロは幾つかの問題を有する。特に、中央に装着された質量が高価でありかつ製造するのが困難である。良好な感度のため十分な慣性を与えるために十分大きな質量を達成することが困難であり、かつこの構造が検出容量の感度を低下させる。また、もし前記質量が前記ジンバルマウント内で少しでもずれておれば交差

軸の加速度に対する著しい感度が発生する。第2に、振動運動の量は平面的に構成されたジンバルシステムが平坦な面に隣接して装着されかつジンバルシステムと該平坦な面との間の距離の増大が実質的に装置の大きさを増大させるという技術により制限され、これは構造体のコストおよび複雑さを増大させるのみならず容量空間を増大させるため感度を低下させる。さらに、装置を入力軸が前記共通面に垂直であるように構成することにより、装置が単一軸の装置に制限される。該装置は単一軸の回りの運動のみを検出するため、すべての方向における運動を検出するためには3つのそのような装置を互いに直交関係にある入力軸で装着しなければならない。

【0006】レートジャイロの大きさ、コストおよび有用性をさらに改善するためには、増大した移動距離および/または実効質量の増大によって達成される増大した慣性、より高い振動周波数およびより小さな容量プレート間隔によって、増大した感度を備えたマイクロ機械的レートジャイロの必要性が存在する。さらに、単一の装置で1つより多くの軸の回りの運動を検出することが好都合であろう。

【0007】従って、本発明の目的は、増大した感度および低減した大きさを備えた振動ジャイロスコープを提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は、1つより多くの軸の回りの回転速度を検出可能な振動ジャイロスコープを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段および作用】これらの目的および他のものは本発明に係わる回転振動ジャイロスコープによって満たされ、該回転振動ジャイロスコープは、ベースに固定的に取付けられかつ第1の軸を規定する中央装着ポスト、前記ポストに垂直でありかつ互いに対しておよび前記第1の軸に対して互いに垂直な第2および第3の軸を規定する面内に配置された質量部材、一端が前記ポストにかつ他端が前記質量部材に固定されかつ前記質量部材を前記ポストの回りに振動的に回転運動するために装着するばねばね手段、前記質量部材に隣接して装着され前記質量部材を前記第1の軸の回りに振動的な回転運動で運動させるための振動運動駆動装置、そして前記質量部材に隣接して配置されコリオリの力による前記第2の軸の回りのジャイロスコープの運動に応じて前記第3の軸の回りの運動を検出するための検出装置を含んでいる。

【0010】ロータ、らせん形のばねおよび装着ポストは、半導体プロセスおよび金属または半導電性多結晶シリコンの被着 (deposition) のような、いずれかの都合のよいマイクロ機械加工プロセスによって一緒に構築される。

【0011】

【実施例】特に、図1および図2を参照すると、本発明

を実施した回転振動ジャイロスコープ10が示されている。ジャイロスコープ10はそこを貫通する中央開口を有するほぼ円板形状のロータ12を有する。中央部に配置されたマウンティングポストまたは装着ポスト15は基板20の平坦な面に垂直になるように固定されている。ロータ12は、この特定の実施例においては2つの、複数のらせん形スプリング22Aおよび22Bによってポスト15に回転可能に取付けられている。各らせん形スプリング22Aおよび22Bは一端でポスト15に固定的に取付けられ、かつ他端においてロータ12の内側エッジに固定的に取付けられている。らせん形スプリング22Aおよび22Bはロータ12をポスト15の回りに限られた回転振動、または揺動運動 (oscillatory movement) を可能にしながら、基板20の平坦な面に平行な面内に保持するよう設計されている。

【0012】複数の駆動要素25A~25Dおよび26A~26Dがロータ12の外側エッジの回りに互いに間隔をおいて配置されている。各々の駆動要素25A~25Dおよび26A~26Dはロータ12に取付けられた同様のプレート27A~27Dに隣接して配置されかつ互いに入り込んだ小さなプレート (フィンガ) を含む。これらの要素のすべてはまたロータ12と同じ面にある。プレート25A~25Dは、プレート26A~26Dと同様に、電気的に接続されている。プレート25A~25Dおよびプレート26A~26Dを交互にパルスングすることにより、プレート25A~25Dおよび27A~27Dの間の、かつ同様に26A~26Dおよび27A~27Dの間の静電的吸引力がロータ12に揺動または回転振動を生じさせる。駆動要素はポスト15の回りに一様な回転を生ずるように直径に沿って対向する位置にある。

【0013】例えば、もし電圧がプレート25A~25Dおよび27A~27Dの間に印加されれば、ロータ12はポスト15の回りに、プレート25A~25Dおよび27A~27Dの間およびプレート26A~26Dおよび27A~27Dの間に所定の差分容量が検出されるまで回転する。この点で電圧はプレート25A~25Dから除去されかつプレート26A~26Dに印加される。ロータ12の回転方向は次に反転されかつロータ12は再び所定の差分容量に到達するまで反対方向に駆動される。このサイクルが次に反復される。このような手法を用いることにより、ロータ12は前記差分容量トリップ点によってセットされる知られた振幅でその固有振動周波数により回転できるようにされる。差分容量の検出およびロータ12の駆動は駆動サイクルの間に周期的に容量をサンプリングすることにより達成される。

【0014】複数の容量プレート30A, 31A, 32Aおよび33Aがロータ12の主要面の上部に離れて上に横たわるように配置されロータ12と組合わされて4

つの容量を形成している。4つの同様の形状のプレート30B～33Bが同様にしてロータ12の下面に対して配置されている（図2を参照）。容量プレート30B～33Bはロータ12の反対側の主要面と共に4つの容量を形成する。容量プレート30A～33Aおよび30B～33Bによって形成される容量は検出用容量であり、これらはロータ12の回転面からの移動を検出し、かつロータ12をその回転面に回復させかつそうする上でロータに作用する力を測定するために使用される。

【0015】図1および図2に示される実施例においては、ロータ12は要素25A～25DによりZ軸の回りに回転する。容量プレート30A～30Bおよび31A～31BはX軸に関して対称に配置されかつ容量プレート32A～32Bおよび33A～33BはY軸に関して対称に配置されている。ジャイロスコープ10のX軸の回りの何らかの回転運動はコリオリ、またはジャイロスコープ、効果によりY軸回りのロータの運動を生じさせ、この運動は容量プレート30A、30B、31A、31Bとロータ12との間の容量の変化によって検出される。同様に、ジャイロスコープ10のY軸回りの何らかの回転運動はロータ12のX軸回りの運動を生じさせ、この運動は容量プレート32A、32B、33A、33Bおよびロータ12の間の容量によって検出される。ロータ12を回転面から移動させようとする力Fは次のように表現される。

$$F = 2mwY_A \cdot x$$

この場合、m＝ロータ12の実効質量、

w＝振動または揺動周波数、

Y_A ＝回転振幅、および

x＝レート入力、である。

【0016】一般にロータ12は製造および動作の都合上丸くなっている。ロータ12は中央に位置するポスト15から回転可能に支持されているから、ロータ12の質量は従来技術のようにジンバルシステム内であるよりはむしろその周辺近くに位置し、実質的により小さなロータが回転を検出するための同じ量の慣性を提供する。動作周波数“w”は構造体の共振周波数とほぼ等しくされるべきであり、これは、該構造体の小さな抗力（drag）のため、高いQおよび効率的な駆動ループを与えるものと思われる。また、機械的強度の増大のために付加的なスプリングも導入できる。また、ロータ12はそこを通る同軸的に配置された、弓形の開口を備えるよう構成され、該開口は該開口を通りかつ対向する容量プレートの間に延びる絶縁材料によって形成されるスペーサを有することに注目すべきである。該スペーサは容量プレート30A～33Aを容量プレート30B～33Bに関し間隔を開けて固定的に装着する働きをなすのみならず、衝撃および他の過剰な動きの間にロータ12の有害な動きを防止するよう作用し、従ってジャイロスコープ10を比較的丈夫にする。

【0017】検出容量を差動モードで導入しかつ閉ループ検出を用いることにより、XまたはY軸の回りのジャイロスコープの回転速度に比例する出力が得られる。例えば、容量プレート30A、30B、31A、31Bおよびロータ12によって形成される容量は次の方程式がゼロ回転について適合するよう回路に接続される。

$$C_{30A} + C_{31B} = C_{30B} + C_{31A}$$

ジャイロスコープ10の回転がX軸の回りに生ずると、次の効果が測定される。

$$C_{30A} + C_{31B} = C_{30B} + C_{31A}$$

【0018】検出容量を含む、閉ループ回路が容量の検出された変化を使用して形成され、周期的に静電力を印加してロータ12を容量プレート30A～33Aおよび30B～33Bの間の中心に維持する。すなわち、該閉ループはロータ12をできるだけ静止した位置に近く維持しかつ依然として検出信号を発生する。検出容量を含む閉ループ回路を形成することにより、直線的な出力を得ることもできかつ動作範囲が実質的に増大する。感度は静止位置からのロータ12の回転運動の量（移動距離）を増大しかつ／またはロータの質量およびその支点からの距離を増大することにより大きくすることができる。ロータ12の回転運動は、従来技術の構造のように、基板20とロータ12の静止位置との間の間隔（本実施例においては検出用容量プレート間の距離）に制限されないから、ジャイロスコープ10の感度は従来技術の構造よりも実質的に増大する。検出用容量プレートの間の距離は感度をさらに改善するためにより小さくすることができる。また、ロータ12の新規な装着方法のため、実際の質量を低減しながら、実効質量が実質的に増大され、それにより実質的に感度が増大し、この感度は一般に時間当たり10度より小さい。また、質量のわずかなずれは新規な平面構造および差分的容量によって補償され、それにより交差軸（cross-axis）加速度はほとんどまたは全く影響を与えない。さらに、ジャイロスコープ10はXおよびY軸の一方または双方の回りの回転を検出しかつZ軸における極めて小さな寸法のため従来技術の装置よりもかなり小型に構成される。

【0019】図3は、図1のジャイロスコープ10に電氣的に接続される検出および制御回路の電気回路図である。図4は該検出および制御回路における各点において得られる信号波形を示す。ジャイロスコープ10の中央ポスト15およびロータ12は図3における表示されたノード215でありかつ検出および制御信号は図示された論理的構成要素を介して容量プレート30A～33Bに印加される。時間T＝0（図4を参照）において、IP1がハイになり、容量プレート30Aにグランド電位を印加しかつ容量プレート30Bに V_{REF} を印加する。中央プレート215は仮想グランド（virtual ground）増幅器215によって V_{REF} に保持される。増幅器216はスイッチ217がローの信号

P 3によって閉じられることにより単一ゲインを有する。

【0020】時間T=1において、P 3はハイに駆動されかつスイッチ217はターンオフされ、それにより増幅器216は仮想グランド積分増幅器として動作するようになる。時間T=2においては、IP 2がローからハイに切替わり、これは容量プレート30Aの電圧をグランドから V_{REF} に切替えさせかつ容量プレート30Bの電圧を V_{REF} からグランドへ切替えさせる。容量プレート30Aおよび30Bによって形成される容量の間の何らかの容量差はノード215に電荷を生じ、該電荷は増幅器216によって増幅され、反転されかつ電圧に変換される。増幅器216からの信号はさらに増幅器218によって増幅される。

【0021】時間T=4においては、増幅器が落ち着くための時間を持った後、信号が第1のラッチ回路219によってラッチされる。ラッチ回路219は信号IP 2によってクロッキングされる負エッジ、トリガラッチ回路である。ラッチ回路219においては、正の電圧がハイとしてラッチされかつ負の電圧がローとしてラッチされる。ラッチ回路219からの出力信号はゲート210お

駆動時間

31A+30B

を比較することにより、X入力軸の回りの回転加速度が測定される。Z方向の何らかの直線的加速度は31Aおよび30Aに対しかつ31Bおよび30Bに対し同様の

駆動時間

32A+33B

を比較することにより、Y入力軸の回りの回転加速度が測定される。出力信号はAC信号でありその周波数は共

駆動時間

30A+31A+32A+33A

を比較することにより、Z入力軸に沿った直線加速度が測定されかついずれの回転加速度も打消される。（例えばMPUの水晶に対して）時間領域を測定することにより非常に正確な測定を行うことができ、かつデジタル的方法を用いて長い期間にわたり、非常に広いダイナミックレンジを測定でき、正確な測定および非常に高感度な装置を与えることができることに注目すべきである。

【0024】図5～図10を参照すると、図1および図2のジャイロスコプ10と同様の回転振動ジャイロスコプ110を製造するための工程が示されている。ジャイロスコプ110においては、ジャイロスコプ10のものと同一構成要素は同じ番号で示されかつ異なる実施例であることを示すために“1”の接頭文字を付している。

【0025】図5は平坦な面を有する基板120を示し、該基板の表面上には、シリコン窒化物（silicon nitride）のような、絶縁層を有し、かつその上に選択的に被着された容量プレート130Bおよ

び211を介してインバータ212、213および214に供給し戻され、これらのインバータは V_{REF} およびグランドを容量プレート30Aおよび30Bに印加する。 V_{REF} およびグランド電位は容量プレート30Aおよび30Bに印加されてその4分円（quadrant）に静電力を発生し、この静電力はロータ12に加えられて該ロータを時間T=4からT=32の間その中央位置に押しやりかつ維持する。時間T=32において、このセクションにおける容量プレートが再びサンプルされる。

【0022】時間T=8、40その他において、容量プレート31Aおよび31Bがサンプルされて修正力がこの4分円に印加される。時間T=16およびT=24において、容量プレート32および33が、それぞれ、サンプルされる。従って、容量プレートの各組がサンプルされかつ修正作用が各セクションにおいて行われてロータ12の位置を中心に維持する。

【0023】MPUまたは他の特別のカスタム論理、図示せず、を使用することにより、ラッチ回路219～222はサンプルされかつ平均的なハイおよびローの駆動期間が延長された期間にわたり比較される。例えば、

駆動時間

31B+30A

対

効果を持つから、上の不等性のこれらの変化は打消し合う。同様に、

駆動時間

32B+33A

対

振構造周波数のものでありかつ比較のために復調されなければならないであろう。また、

駆動時間

30B+31B+32B+33B

対

び131Bを有する。容量プレート130Bおよび131Bは、金属、強くドーブした多結晶シリコン、または同様のものなどの、任意の都合のよい導電性／半導電性材料で形成される。スペーサ135も容量プレートと同じ都合のよい材料で選択的に被着される。次にこのような構造全体が、図6に見られるように、一般に犠牲材料（sacrificial material）と称される材料の容易にエッチングされる層136で覆われる。層136は残りの構成要素に何らの実質的な影響も与えることなく容易に除去できる材料で形成され、そのような材料の例は燐シリケートガラス（phosphosilicate glass: PSG）である。層136は次に選択的にエッチングされてスペーサ135を露出する。

【0026】図7を参照すると、多結晶シリコンのような材料層が選択的に被着されて中央ポスト115、らせん形スプリング122Aおよび122Bそしてロータ112を形成する。層135はポスト115を越えて延び

ており、それによりそれがばね122Aおよび122Bと基板120との間の静電的スクリーンとして作用することは注目すべきである。ロータ112は強くドープされそれにより十分に導電的となって上部および下部容量プレートと容量を形成する。犠牲材料の他の層138が、図8に示されるように、ロータ112をカバーする多結晶シリコン上に選択的に被着される。層138は層136と同じ材料で形成され、従ってそれらが共に同時に除去できるようになる。

【0027】図9を参照すると、層135、112、115、その他と同じ材料である、層139が選択的に構造体の上に被着される。層139は、図10に示されるように、上部容量プレート130Aおよび131Aを形成するために利用される。犠牲層136および138が次に、プラズマまたはウェットエッチのような、何らかの都合のよい方法によって除去され、かつジャイロスコープ110が完成する。もちろん当業者はジャイロスコープ110を形成するための多くの他の方法が利用できかつここに述べられた方法は一例に過ぎないことを理解するであろう。また、多くの他の表面マイクロ機械加工（surface micromachining）形式の材料も利用できかつここに述べられた材料は例示にすぎない。また、マイクロマシンをシリコンの構造において、上部、下部および回転プレートの組立てのために使用されるウェハーボンディング技術によって積重ねることも可能である。

【0028】特に図11を参照すると、本発明に従って構築されたジャイロスコープを用いた慣性システム50が示されている。システム50は中央に配置された、頭部を切詰めたピラミッド55に装着された3つのジャイロスコープ52、53および54（図では見えない）を含む。もちろん、各ジャイロスコープ52、53および54は2つの軸における運動を検出することが可能であり、それにより3つのジャイロスコープが必要でないことは理解されるであろう。しかしながら、位置付けおよび検出の便宜のため、X、YおよびZ軸の回りの動きを検出するために3つの別個のジャイロスコープが使用されている。ジャイロスコープ52、53および54の残りの検出能力はもし必要であれば冗長性のために利用することができる。

【0029】各々の軸X、YおよびZに関連して回転および直線的加速度、直線的運動、または何らかの必要な他の運動を計算するために必要な電子的回路を含む半導体チップ57、58および59が設けられている。ピラミッド55およびチップ57、58および59は都合の

よい半導体パッケージ60に装着されかつその中に密封される。

【0030】

【発明の効果】以上のように、比較的高い感度を有し、丈夫でありかつサイズが小さい極めてコスト効率のよいジャイロスコープが開示された。さらに、この改良されたジャイロスコープは回転速度、直線の運動および／または直線的加速度を測定可能である。本ジャイロスコープは振動型であるためよく知られた半導体処理技術を用いて構築することができかつ従って大量生産するのが容易であり比較的低価格である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例に係わる回転振動ジャイロスコープを示す平面図である。

【図2】図1の2-2線に沿った断面図である。

【図3】図1のジャイロスコープに電気的に接続される検出および制御回路を示す電気回路図である。

【図4】図3の検出および制御回路の各点において得られる信号を示す波形図である。

【図5】回転振動ジャイロスコープを構築するための処理の工程を示す断面図である。

【図6】回転振動ジャイロスコープを構築するための処理の工程を示す断面図である。

【図7】回転振動ジャイロスコープを構築するための処理の工程を示す断面図である。

【図8】回転振動ジャイロスコープを構築するための処理の工程を示す断面図である。

【図9】回転振動ジャイロスコープを構築するための処理の工程を示す断面図である。

【図10】回転振動ジャイロスコープを構築するための処理の工程を示す断面図である。

【図11】本発明に係わる回転振動ジャイロスコープを含む慣性システムを示す斜視図である。

【符号の説明】

10 ジャイロスコープ

12 ロータ

15 ポスト

20 基板

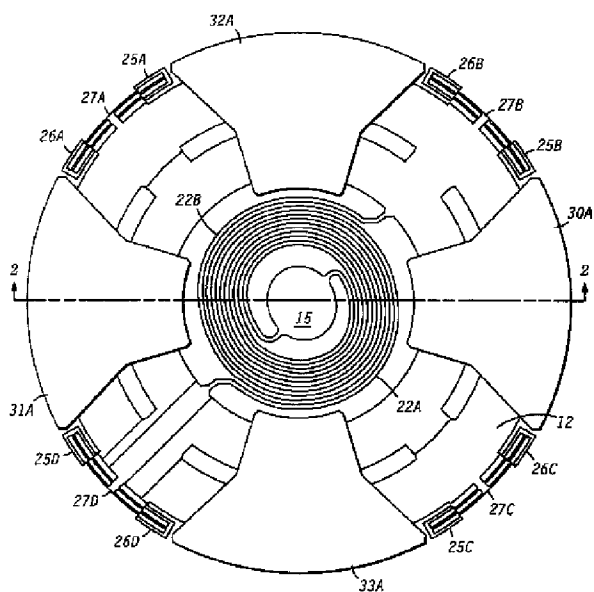
22A、22B らせん型スプリング

25A、25B、25C、25D、26A、26B、26C、26D 駆動要素

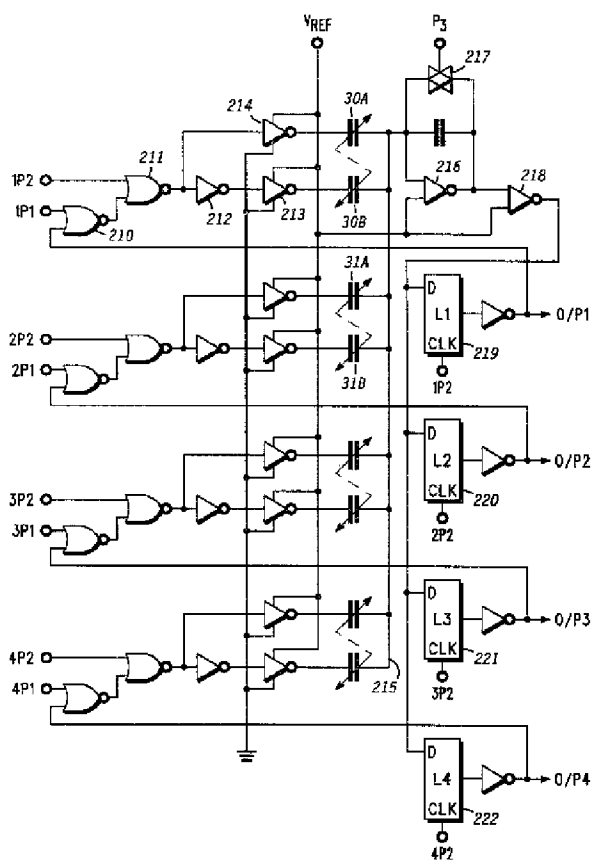
27A、27B、27C、27D プレート

30A、31A、32A、33A、30B、31B、32B、33B 容量プレート

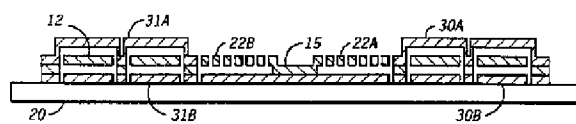
【図 1】



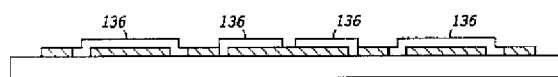
【図 3】



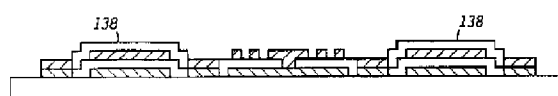
【図 2】



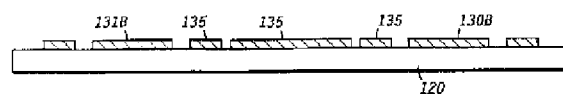
【图 6】



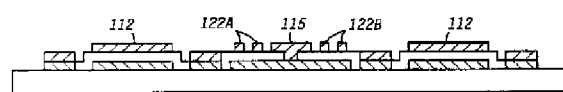
【图 8】



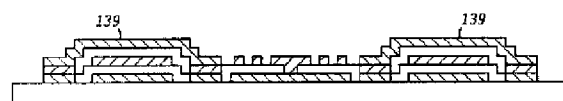
【図 5】



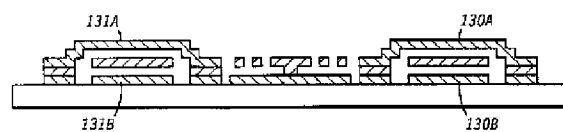
【图 7】



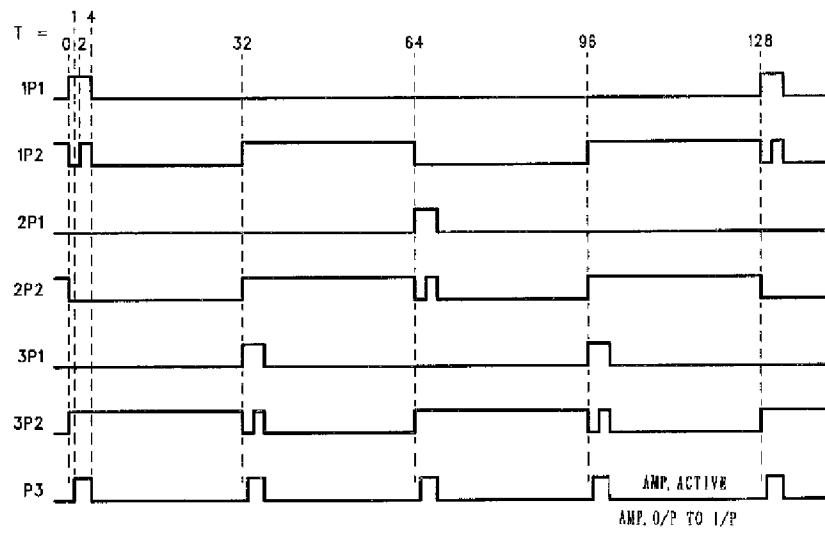
【图9】



【例 10】



【図 4】



【図 1 1】

